TOSHIBA

Leading Innovation >>>

アイソレーションアンプ *TLP7820/7920/7830/7930* アプリケーションノート

Rev1.0 2015/8/18

はじめに

FA市場でのACサーボや汎用インバータ、太陽光・風力発電市場のパワーコンディショナのインバータ等では、
高精度・高効率動作/制御のための電流/電圧検出が必須であり、それらの特性精度/安定性・入出力絶縁性能が
設計のポイントとなります。

東芝の

- アイソレーションアンプ　　(アナログ出力)　　：**TLP7820/7920**
- デルタシグマ・モジュレータ　(デジタル出力)　　：**TLP7830/7930**

は、デルターシグマA/D変換器／入出力間 絶縁機能(光結合型)を備え、高精度 入出力ゲイン・リニアリティ、
高絶縁性能を実現、良好な電流/電圧検出が可能です。 また、上記2種の出力形態ラインアップより、
アプリケーションのシステム設計(後段IC信号処理等)に応じた製品選択が可能です。

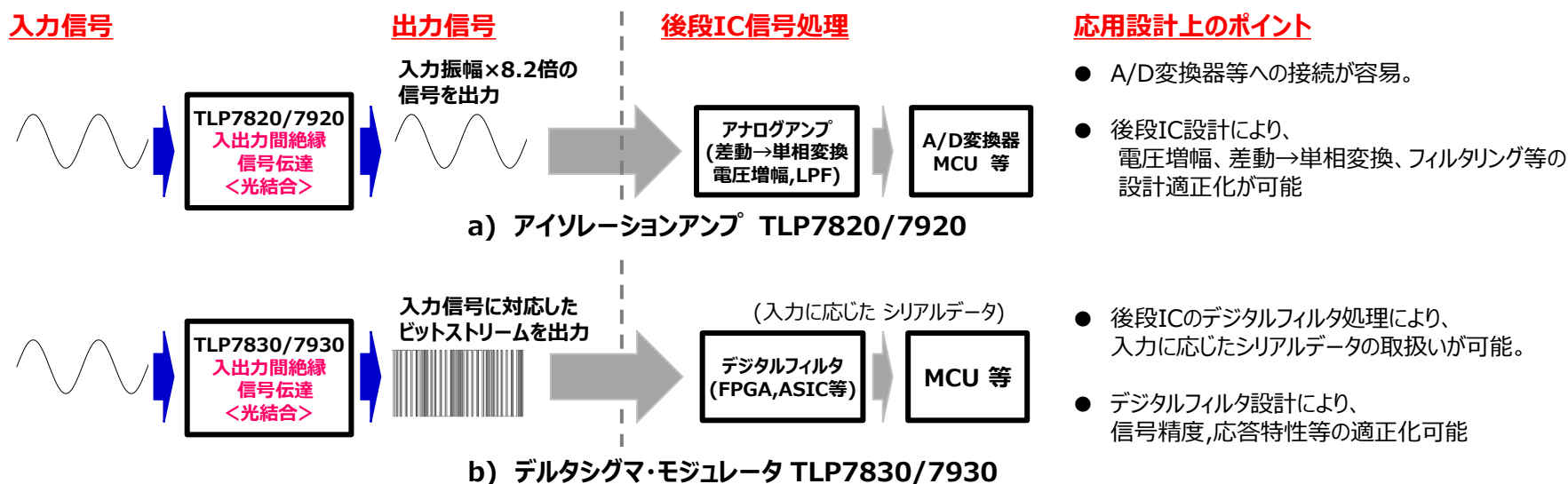
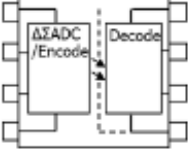



図1. TLP7820/7920/7830/7930 を用いた信号処理例

はじめに

さらに、パッケージラインアップとしてSO8L,DIP8　2種類のパッケージをラインアップしており、
設計スペース等に応じた製品選択が可能です。

表1. TLP7820/7920/7830/7930　出力形式・パッケージ対応表

沿面空間距離	8mm	7 or 8mm
出力形式	SO8L	DIP8
アナログ出力品	TLP7820	TLP7920
デジタル出力品	TLP7830	TLP7930

TLP7820/7920 ゲイン精度ランク指定

分類名称	製品表示 ランク記号	ゲイン (最小)	(標準)	(最大)	単位
無 (±3 %)	無印, A, B	7.95	8.2	8.44	V/V
Aランク品 (±1 %)	A, B	8.12	8.2	8.28	
Bランク品 (±0.5 %)	B	8.16	8.2	8.24	

本資料では、アイソレーションアンプ　**TLP7820/7920**、 デルタシグマ・モジュレータ **TLP7830/7930** の
機能概要および応用設計事項を説明致します。

1.光結合型アイソレーションアンプ TLP7820/7920 製品機能概要

TLP7820/7920 は、入力：アナログ信号、出力：アナログ信号の 光結合型アイソレーションアンプです。
本項では、TLP7820/7920の製品機能概要 について述べます。

本製品は、1-2次間信号伝送にLEDーフォトダイオード光伝送を適用することにより絶縁機能を備え、かつその光伝送信号をデジタルコードとすることで、高精度信号伝送を実現しております。

図2に TLP7820/7920の機能ブロック図を示します。
入力アナログ信号は、 1次側デルタ-シグマA/D変換器でエンコーダ回路により 符号化デジタルコードデータへ変換し、LEDで出力側へ光伝送します。
2次側回路では、前記信号をフォトダイオードで受信、トランスインピーダンスアンプ、デコーダ回路により復調し、DA変換回路,LPFを介して最終的なアナログ出力信号が得られます。

図3に TLP7820/7920の入出力特性イメージ図を示します。
VIN+-VIN-端子間の差動電圧入力に対して、8.2倍(typ.)の出力をVOUT+、VOUT-端子間差動電圧で得ることができます。

詳細は製品データシートを参照下さい。
http://toshiba.semicon-storage.com/jp/product/opto.html

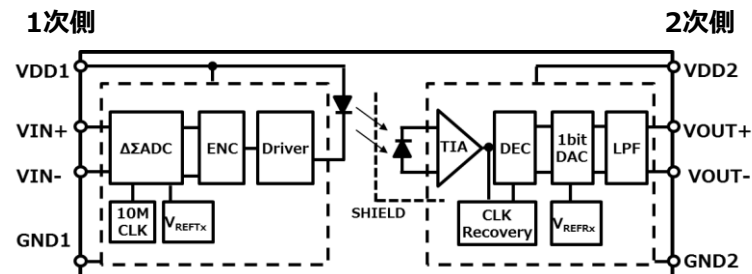



図2. TLP7820/7920 機能ブロック図

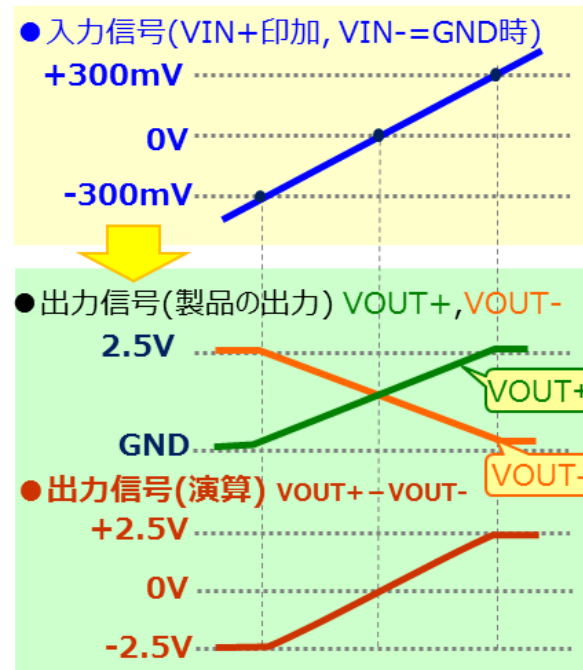



図3. TLP7820/7920 入出力特性

2.光結合型ﾃﾞﾙﾀｰｼｸﾞﾏ･ﾓｼﾞｭﾚｰﾀ　TLP7830/7930　製品機能概要

TLP7830/7930　は、入力：アナログ信号、出力：デジタル信号の　光結合型デルタ-シグマ･モジュレータです。
本項では、TLP7830/7930の製品機能概要　について述べます。

図4に TLP7830/7930の機能ブロック図を示します。

TLP7830/7930は、TLP7820/7920に対してDA変換器以降の処理を省き、デコーダ復調後のビットストリーム信号及びクロック信号を出力します。
本出力を用い、後段ICでデジタルフィルタ処理を行うことで、
入力アナログ情報に対応したシリアルデータを得ることができます。

図5に　TLP7830/7930の入出力特性イメージ図を示します。
本製品では　CLK端子からは10MHz typ.のクロック信号、
DAT端子からはVIN+-VIN-端子間差動入力電圧に
応じたクロック周期のビットストリームデータが出力されます。

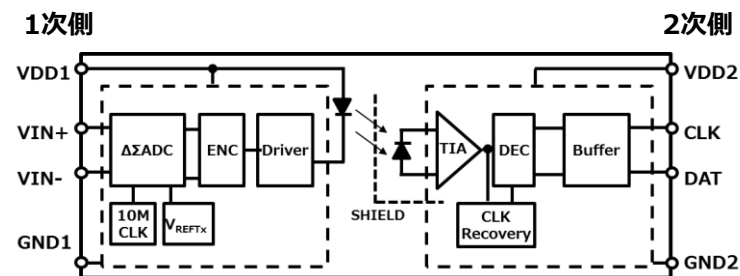
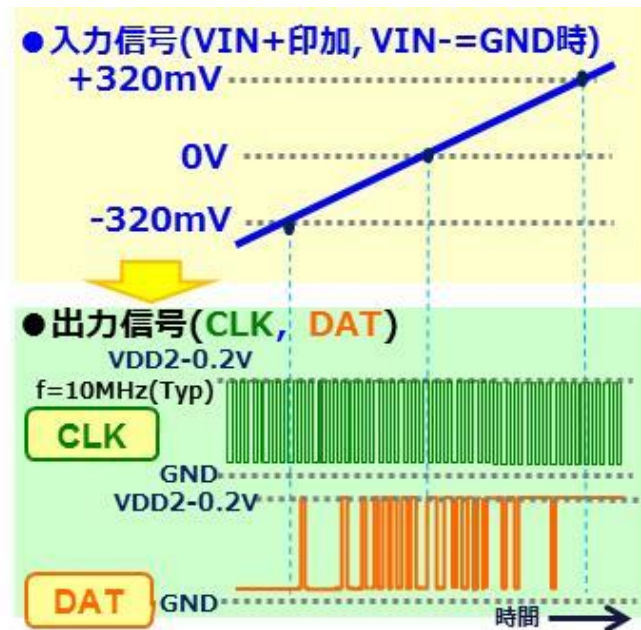



図4. TLP7830/7930　機能ブロック図

図5. TLP7830/7930　入出力特性

詳細は製品データシートを参照下さい。
http://toshiba.semicon-storage.com/jp/product/opto.html

3.アイソレーションアンプの応用設計(電流検出用途)

本項では、**図6**のモータ電流検出の応用回路を代表例に、
アイソレーションアンプの電流検出応用設計　について述べます。

3-1. 1次・2次側　電源ライン設計

a) VDD1,VDD2電源端子には、できるだけ直近(10mm以内推奨)に
0.1μF以上のバイパス・コンデンサを接続してください　(図6 C2,4)　。
このバイパス・コンデンサは、製品内部回路の高速安定動作に必要です。

図6. TLP7820/7920を用いた
モータ電流検出　応用回路

b) 本製品の1次側電源印加にあたり、
パワーTr用ゲート駆動回路電源等の高電圧と共通化される際は、
レギュレータ・DC-DCコンバータ・ツェナーダイオード等で
本製品仕様範囲へ降圧し、使用をお願いします。

3-2. 1次側入力ライン設計

a) A/D変換器入力部には、クロック動作のスイッチトキャパシタを採用しております。
動作追従・特性精度確保のため、入力端子に0.01μFのバイパスコンデンサ付加を推奨します (図6 C3)。

b) A/D変換器のエイリアス雑音による影響を防ぐため、入力端子部にアンチエイリアスローパスフィルタの形成を推奨します。
これは、3-2a)項の入力端子バイパスコンデンサに加え、直列抵抗(図6　R1)を追加することで形成できます。
アンチエイリアスフィルタの設計値は、信号帯域幅以上かつナイキスト周波数以下となりますので、
400kHz~1MHz程度の設計値を推奨します。

設計例)　アンチエイリアスフィルタ定数　R1の設計値
エイリアスフィルタ設計周波数　400kHz、入力端子バイパスコンデンサ 0.01uFの場合
R1　=　1/(2×π×0.01uF×400kHz)　=　**39Ω**

3.アイソレーションアンプの応用設計(電流検出用途)

3-3. 電流検出抵抗(シャント抵抗)設計

a) シャント抵抗値の設計においては、ワット損失と検出精度の両者を勘案した設計が必要となります。

これは、ワット損失の観点ではシャント抵抗値小ほど望ましい一方で、リニアリティ、SNRに代表される検出精度の観点では、アイソレーションアンプの推奨入力電圧範囲(±200mV) 近傍が望ましいためです。

図7に、シャント抵抗値とワット損失 の関係を示します。
図中実線（シャント抵抗値とワット損失の関係）と
点線（入力振幅補助線）の交差点が設計代表値となります。
アイソレーションアンプの電流検出精度は
入力電圧振幅 ±200mVを推奨しますので、
本条件、検出電流からワット損失を満たすかをご確認されることを推奨します。

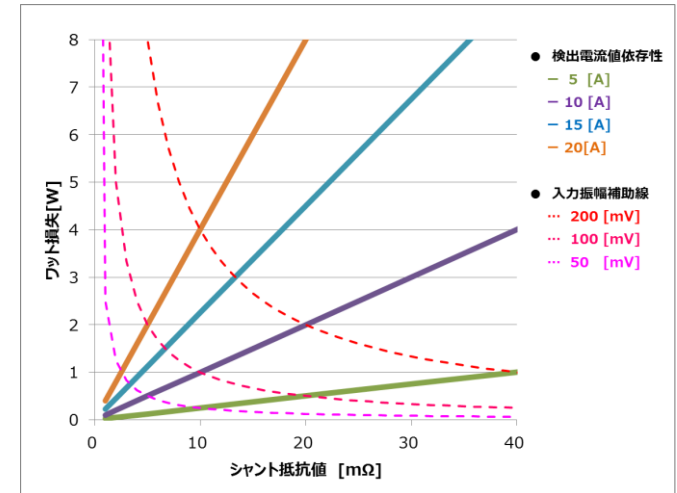



図7. シャント抵抗値とワット損失の関係

設計例) 検出電流20A時の入力振幅Vin /シャント抵抗 Rshunt・ワット損失Pshunt 設計値

① 検出精度（入力振幅）重視し、Vin=200mVとした場合
- シャント抵抗値 Rshunt =200mV/20A = **10mΩ**
- ワット損失 Pshunt = I^2×R= 20A^2×10mΩ= **4W**

② ワット損失重視し、Pshunt=1Wとした場合
- 検出電流 20Aとした場合、1W/20A^2 = **2.5mΩ**
- 入力振幅 Vin= 20A×2.5mΩ = **50mV**

3.アイソレーションアンプの応用設計(電流検出用途)

3-4. 出力ライン設計

a) 後段ICへの接続配線は、配線ｶｯﾌﾟﾘﾝｸﾞ・基板容量等の観点から、できる限り短い配線接続を推奨します。

b) アナログ出力品では、外部ポストアンプ回路の使用により、アイソレーションアンプの出力信号の差動→単相変換、振幅調整、ノイズフィルタ機能追加設計が可能です。 この時、アイソレーションアンプ 出力特性 (オフセット・ゲイン・応答特性及びそれらの温度依存性)が損なわれない精度の製品をご使用下さい。

c) デジタル出力品では、後段ICにFPGA,ASIC等を用い、SINCフィルタ等のデジタルフィルタ処理を行うことにより、ビットストリーム出力からビットコード出力への変換並びに高域ノイズ成分の低減が可能です。

●デジタルフィルタ次数設計

TLP7830/7930では、2次デルターシグマA/D変換器を用いていますので、帯域外ノイズ低減の観点から、3次デジタルフィルタを推奨します。

●デシメーションレート設計

表2に、SINC^{3}フィルタにおけるデシメーションレートと各設計パラメータの関係を示します。
フィルタ応答性(応答時間・フィルタ帯域)とSN特性にトレードオフを考慮した設計とする必要があります。

TLP7830/7930では、SINC^{3}フィルタ デシメーションレート 256使用、16bit分解能で特性保証しております。

表2. SINC^{3}フィルタ デシメーションレートと各設計パラメータの関係

デシメーションレート	出力データサイズ [bits]	応答時間 [us]	出力データレート [kSPS]	周波数帯域 [kHz]	ナイキスト周波数 [kHz]	理論SNR値 [dB]	理論ENOB [bits]
4	6	1.2	2500.0	655.0	1250.0	14.0	2.0
8	9	2.4	1250.0	327.5	625.0	30.8	4.8
16	12	4.8	625.0	163.8	312.5	45.7	7.3
32	15	9.6	312.5	81.9	156.3	59.7	9.6
64	18	19.2	156.3	40.9	78.1	68.2	11.0
128	21	38.4	78.1	20.5	39.1	71.9	11.7
256	24	76.8	39.1	10.2	19.5	74.9	12.1

3.アイソレーションアンプの応用設計(電流検出用途)

3-5. 他の設計上注意事項

a) VIN+もしくはVIN-端子がVDD1-2V（例：VDD1が5Vの場合5V-2V=3V）以上になりますとテストモード※が動作しますのでこのような設定では使用しないでください。

※ 補足説明：TLP7820/7920/7830/7930 テストモード

TLP7820/7920/7830/7930では、
クロック、エンコーダ,デコーダ回路、LEDチップ動作確認のためのテストモード機能を付加しております。

これにより、製品出荷検査時に仕様特性項目のみならず、内部信号の動作マージンが十分であることを確認し、品質向上に努めております。

4.アイソレーションアンプの応用設計(電圧検出用途)

本項目では、**図8**のインバータ母線電圧検出の応用回路を代表例に、
アイソレーションアンプの電圧検出応用設計時の注意事項 について述べます。

4-1. 電圧検出抵抗設計

a) 母線電圧はアイソレーションアンプの入力電圧範囲に比べて十分大きいですが、
抵抗分圧器にて分圧することで、電圧検出が可能となります。

設計例) 抵抗分圧部の設計

- アイソレーションアンプの入力抵抗80kΩ,検出誤差を0.05%内としたい場合

  R1:R1*80kΩ/(R1+80kΩ)=1:0.9995
  0.9995=80kΩ/(R1+80kΩ)
  0.9995×R1+0.9995×80kΩ = 80kΩ **∴R1=40Ω**

  母線電圧を20V,検出電圧を200mVの場合、
  20V：200mV= R2+40Ω：40Ω
  200mV×R2+200mV×40Ω=20V×40Ω **∴R2=3.96kΩ**

b) 分圧抵抗R1,R2と入力ラインバイパスコンデンサC1で形成される
ローパスフィルタの設計定数により、応答性(帯域幅)が変化します。

応答性は、分圧抵抗・バイパスコンデンサの設計値変更(小化)により
向上できますが、分圧部電流・特性精度等とのトレードオフとなります。
使用用途に合わせ、調整頂くことを推奨します。

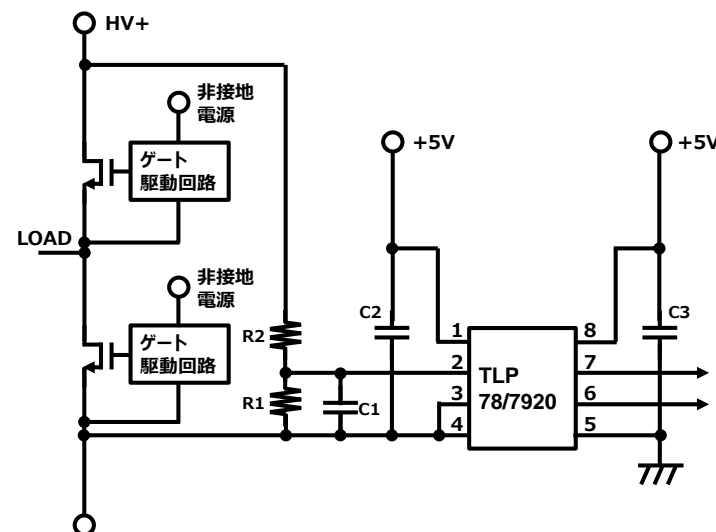



**図8. TLP7820/7920を用いた
インバータ母線電圧検出 応用回路**

5.TLP7820/7920/7830/7930　の特長

TLP7820/7920/7830/7930では、他社相当品と基本特性で同等以上の特性を達成すると共に、
本項で示す特長によりアプリケーション設計に貢献致します。

5-1．1次側消費電流削減設計

図9に、TLP7820及び既存他社相当品の1次側回路電流の入力電圧依存性を示します。

TLP7820/7920/7830/7930では、独自のデジタル変復調技術の導入により、1次側消費電流の入力電圧依存性を改善、これにより最大回路電流を低減しており、1次側電源設計及びアプリケーションの低消費電力設計に貢献致します。

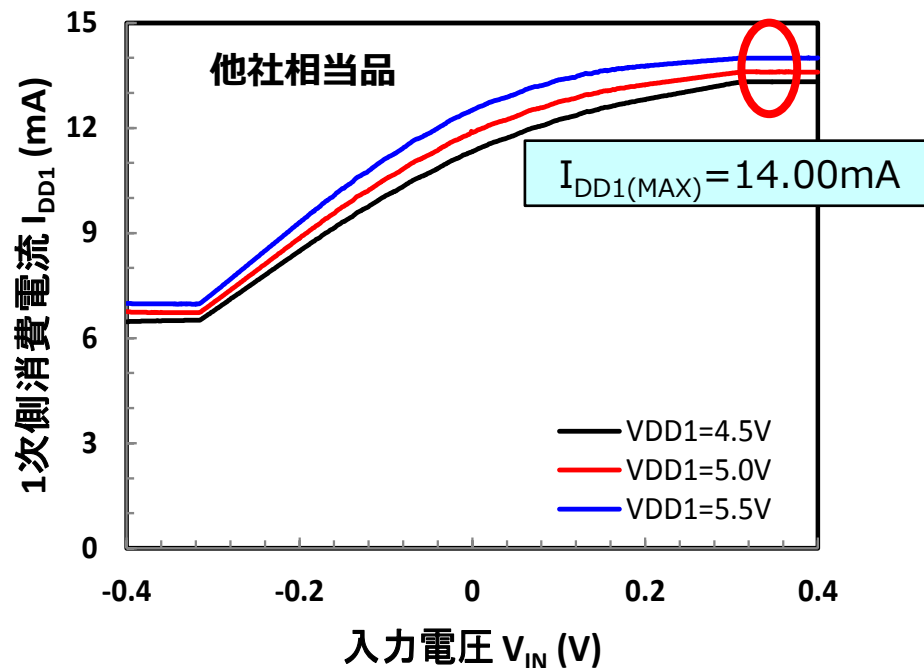
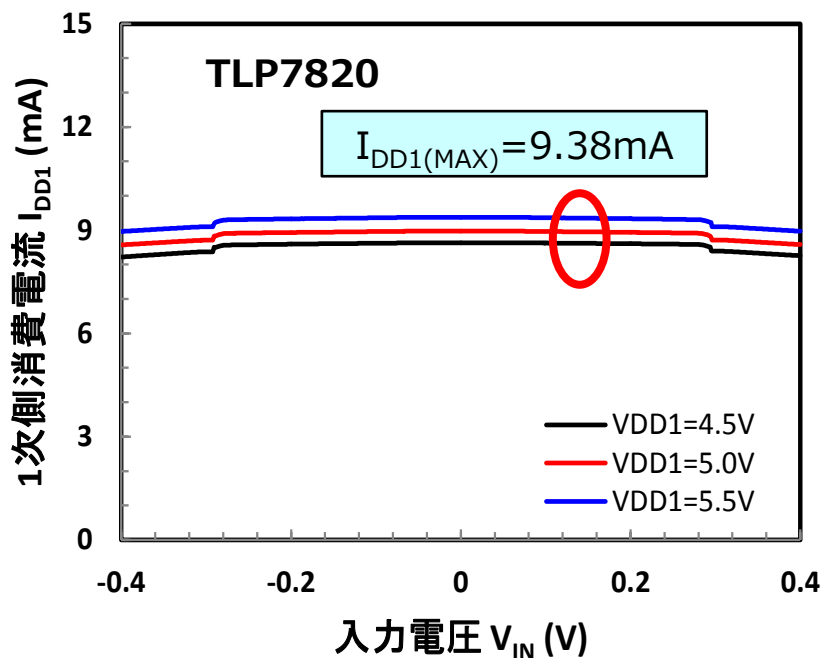



図9. 1次側回路電流の入力電圧依存性　TLP7820　vs　他社相当品

5.TLP7820/7920/7830/7930　の特長

5-2. 新規SO8L薄型パッケージの採用

図10に、TLP7820/7830及び他社相当品のパッケージ側面図を示します。
TLP7820/7830は、高さ2.3mmの新薄型パッケージSO8L採用により、既存他社相当品以上の薄型化を実現しており、アプリケーションでの実装スペース削減に貢献致します。

TLP7820/7830　**他社相当品**

SO8L　**Stretched SO8**

Unit : mm

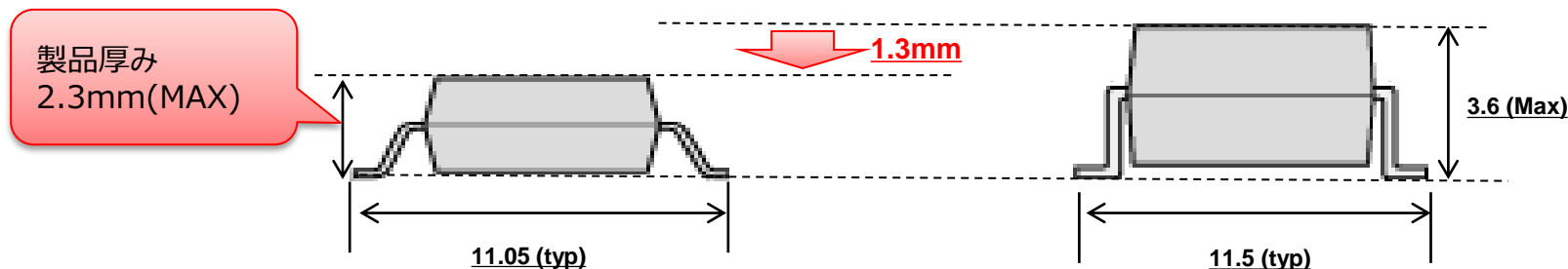



図10. パッケージ側面図　TLP7820　vs　他社相当品

6.アプリケーション

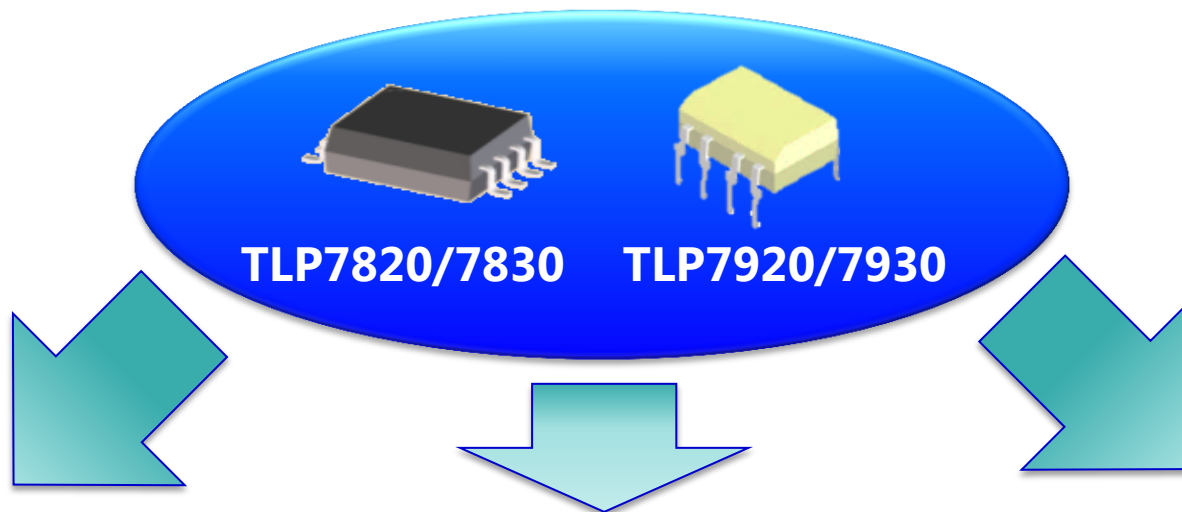
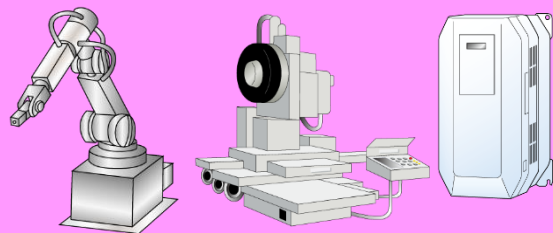
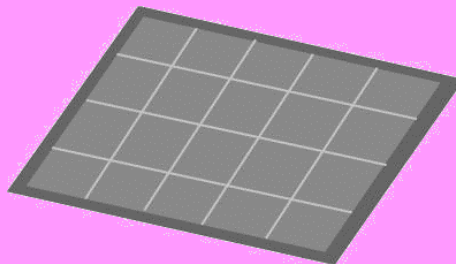
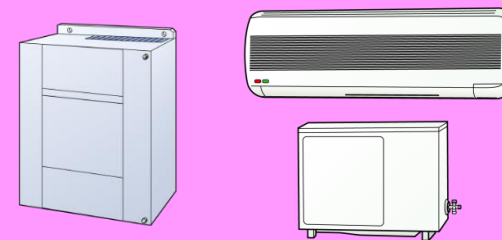
TLP7820/7920/7830/7930はインバータ回路を必要とする
汎用インバータ・太陽光発電パワーコンディショナなどの産業機器を中心に、
UPSや家庭用蓄電池などの住宅設備機器まで幅広くご使用いただけます。

応用例）　インバータ回路

図11にインバータ回路での応用例を示します。　下記①～③用途での信号検出での応用が可能です。

① モータ相電流検知用途
② インバータ母線電圧検知
③ 過電流検知用途

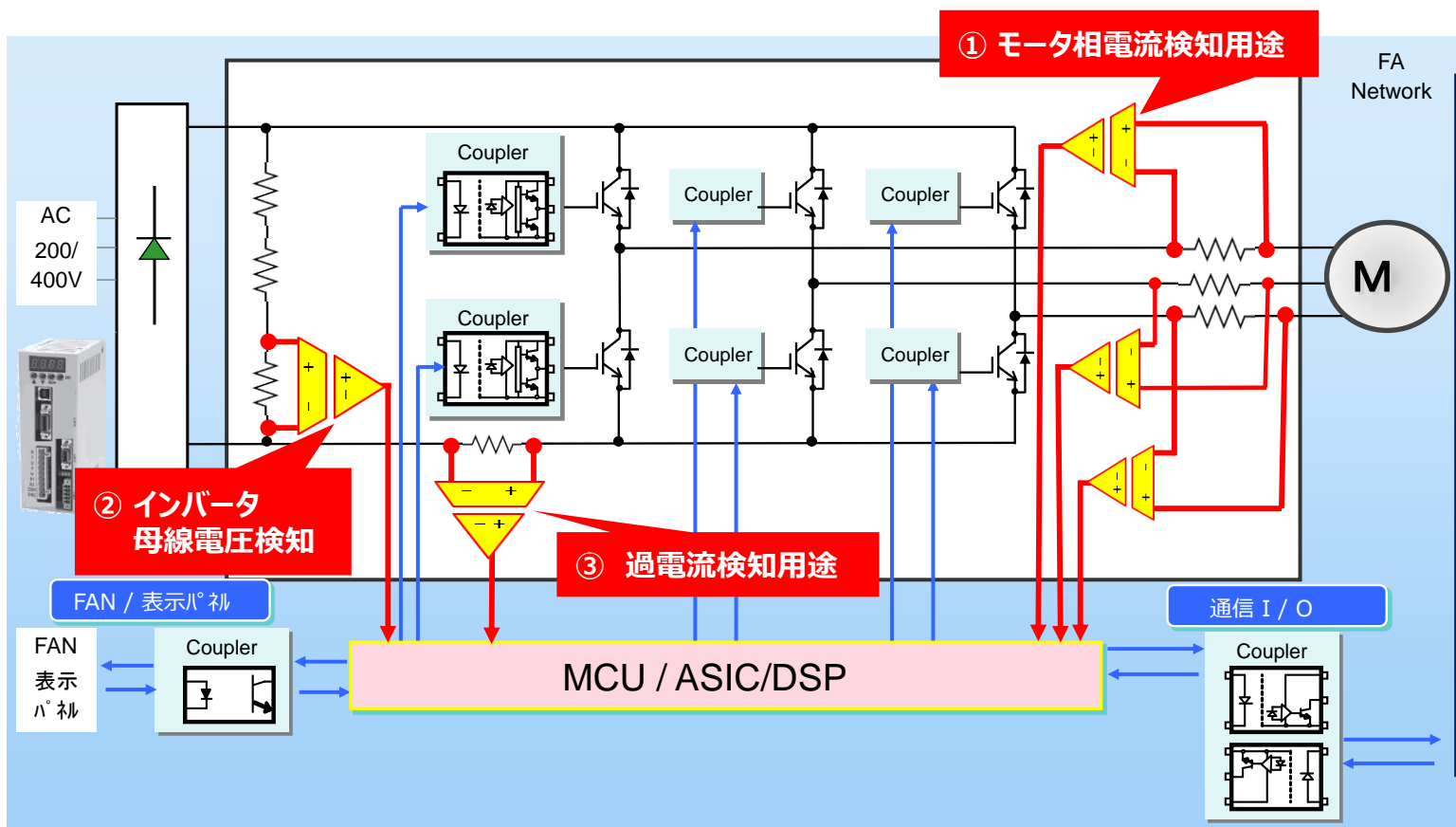



図11．アイソレーションアンプのインバータ回路への応用例

製品取り扱い上のお願い

・本資料に掲載されているハードウエア、ソフトウエアおよびシステム（以下、本製品という）に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。

・文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。

・当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウエア・ソフトウエア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品　単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。

・本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、電力機器、金融関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口までお問い合わせください。

・本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。

・本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。

・本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。

・別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。

・本製品にはGaAs（ガリウムヒ素）が使われています。その粉末や蒸気等は人体に対し有害ですので、破壊、切断、粉砕や化学的な分解はしないでください。

・本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。

・本製品のRoHS適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

変更履歴

バージョン情報	日付	変更内容	対応ページ数
Rev1.0	2015/8/18	初版	-